

# 热丝法检测装置研究

曹嘉毅\*

陈中柘

(四川轻化工学院电子与信息工程系 自贡 643033)(电子科技大学电子机械系 成都 610054)

**【摘要】**提出了一种利用电子开关转换实现的热丝法测温方案,实现了热电偶加热状态和检测状态的转换。该方案采用了线性平方电路,从而大大降低了测量的非线性误差。建立了以8031单片机为核心的信号处理电路,着重对加热控制电路和检测电路的设计作了介绍,并实验验证了该装置的可靠性。

**关键词** 热丝法; 熔融温度; 检测; 电子开关

中图分类号 TH811

热丝法是国外于80年代投入使用的一种测温方法,它主要用于高温材料(如铸钢用保护渣材料)从固态溶化为液态熔融过程的温度检测。由于高温材料的熔融过程与其物理特性和化学特性是紧密相关的,材料组成成分的任何变化都将明显改变其熔融过程<sup>[1]</sup>。测试高温材料熔融过程温度的方法有高温显微镜半球法、骤冷淬火法等。但这些测试设备普遍存在成本高、耗能大、测试时间长等不足。特别是随着连铸钢技术的发展,迫切需要对保护渣熔融温度进行快速、准确地测量。热丝法是一种把热电偶既作为温度加热元件,又作为温度检测元件的温度检测方法。热电偶的加热状态和检测状态的转换是利用高速微型电机带动一换向转子高速旋转来实现的。在任意瞬时,加热电路和检测电路只有一个被接通,但从连续过程来看,因电机高速旋转,加热和测温过程均能稳定进行。该方法的缺陷是电机转速会受到电源电压、频率等多方面的影响,不能恒速运转导致加热时间和检测时间发生变化,从而使检测精度下降。另一方面,换向转子长时间高速旋转必将造成机械接触不良,影响测试准确性。为克服这些问题,本文采用电子集成开关电源作为转换元件替代文献[2]中的电动机及换向转子,取得了较好效果。

## 1 测量方案

测量装置由加热控制系统、热电偶和温度检测及显示电路三部分组成,其工作原理框图如图1所示。

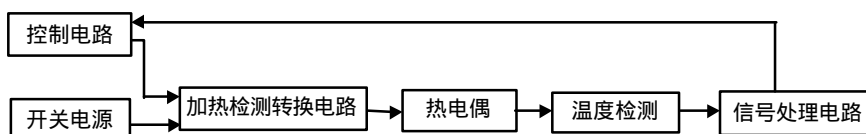


图1 测量方案框图

### 1.1 控制电路

该控制电路采用SL-64开关稳压器控制电路,其作用是产生脉冲宽度可调(即频率可调)的脉冲信号<sup>[3,4]</sup>。在测量电路中有两片SL-64集成块,一块用作加热检测转换电路的信号驱动和采样保持电路的驱动信号,另一块用于驱动单端反激式直流变换器。SL-64内部结构如图2所示。

内部稳压电路的作用是为了保证在输入电压变化较大的情况下SL-64仍能够正常工作。SL-64的工作原理是:将直流控制电压加到反相输入端(4脚)与加在同相输入端(3脚)的基准电压相比较,

2001年4月30日收稿

\* 男 35岁 硕士 讲师

并将其差值放大后作为控制电压加到锯齿波振荡器的输入端产生频率可调的锯齿波，再经锯齿波脉冲宽度调制器转换为脉冲方波输出，SL-64调宽电路的连接图如图3所示。图3中SL-64有两个输出端，其中一个用来控制加热检测转换电路，另一个用来控制采样保持电路。从这两个端输出的脉冲方波在相位相差180°，时间上有一定的时间间隔。

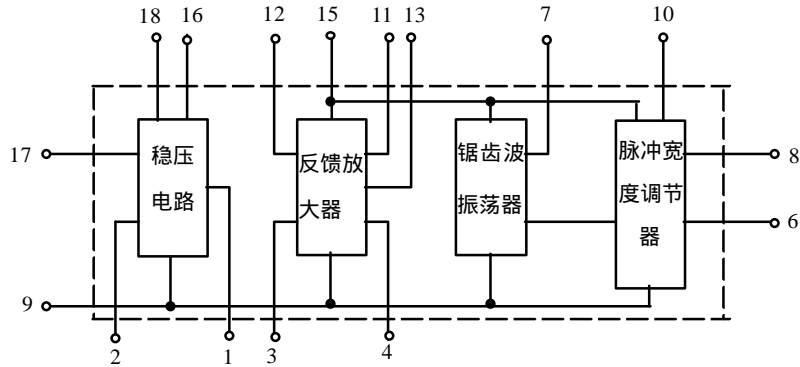


图2 SL-64内部结构方框图

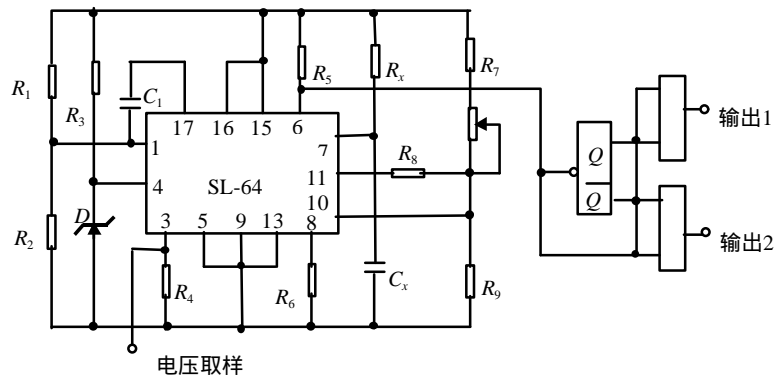


图3 SL-64调宽电路的连接图

### 1.2 直流变换器

开关电源由SL-64开关稳压器控制电路和单端反激式直流变换器构成，直流变换器如图4所示。

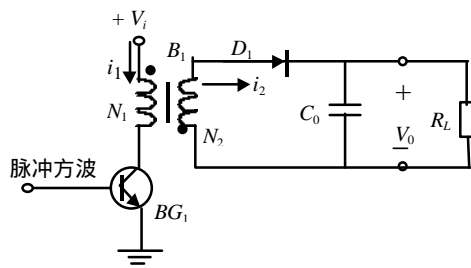


图4 单端反激式变换器电路

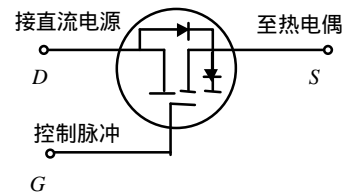


图5 加热检测转换电路

当BG<sub>1</sub>的基极被输入脉冲驱动而导通时，输入电压加到变压器B<sub>1</sub>的初级绕组N<sub>1</sub>上，二极管D<sub>1</sub>截止，变压器存储能量。当BG<sub>1</sub>截止时，二极管D<sub>1</sub>导通，变压器存储的能量向负载释放。选择BG<sub>1</sub>的截止时间t<sub>off</sub>长于电流i<sub>2</sub>衰减到零的时间，则在BG<sub>1</sub>截止期结束之前，变压器磁通F已经衰减到零(忽略剩磁)。在下一个周期BG<sub>1</sub>重新导通时，电流i<sub>1</sub>及磁通F又从零开始按线性规律上升。输出电压可表示为

$$V_0 = V_i t_{on} \sqrt{R_L / 2L_1 T}$$

式中 L<sub>1</sub>为初级绕组的电感；T为脉冲周期；R<sub>L</sub>为负载电阻；t<sub>on</sub>为BG<sub>1</sub>的导通时间。

### 1.3 热检测转换电路

加热检测转换电路主要由VMOS管组成，如图5所示。将SL-64输出的宽度可调脉冲加到VMOS管的G极。在脉冲的高平段，VMOS管导通，直流电源经过转电路对热电偶加热，加热温度主要取决于加热时间和加热电流的大小；在脉冲的底平段，VMOS管截止，直流电源停止对热电偶加热，而此时检测电路被接通，检测电路从热电偶两端提取热电势信号，进行温度检测。

### 1.4 温度检测电路

检测电路由前置放大电路、线性校正电路及采样保持电路构成。由于热电偶的输出电压很小，每度只有数十微伏，因而必须用前置放大电路加以放大，放大电路如图6中I部分所示。另外，由于热电偶的温度-温差电势曲线线性较差，因此电路中采用了如图6中II部分所示的平方电路加以线性校正，校正后的最大非线性误差小于0.3%。

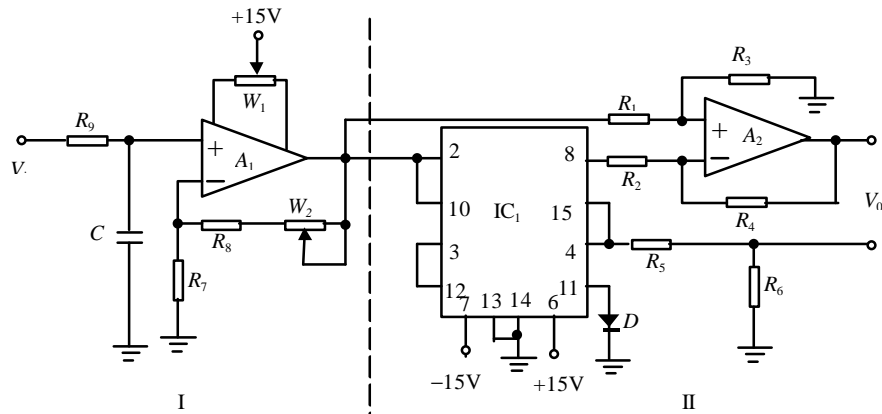


图6 前置放大电路及线性校正电路

### 1.5 信号处理电路

电路原理框图如图7所示。该电路以8031单片机为信息处理平台。外部程序存储器由一片EPROM2764(8K×8位)构成。8031与2764间的通信联系为：8031P<sub>2</sub>口提供高8位地址线A<sub>8</sub>~A<sub>15</sub>，P<sub>0</sub>口的8条I/O线提供低8位地址线A<sub>0</sub>~A<sub>7</sub>并兼作数据总线，分别传送低8位地址及数据，由于P<sub>0</sub>口是分时而用作地址线，因此选用了一片地址锁存器74LS373锁存低8位地址。

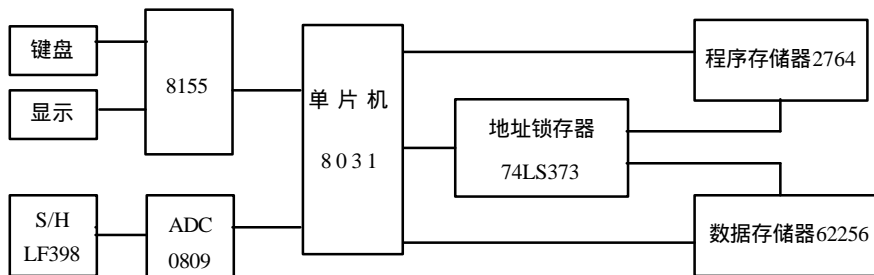


图7 信号处理电路原理框图

温度测试范围为0~1 500℃，每一个温度点测20次，则需要30 000个数据存储单元存储数据，因此选用了一片RAM62256(32K×8位)作为外部数据存储器。

8031可提供给用户的I/O口只有P<sub>1</sub>口和部分P<sub>3</sub>口，因此选用了一片8155进行I/O口扩展。连接时把P<sub>0</sub>口输出的低8位地址与8155的8根地址/数据线AD<sub>0</sub>~AD<sub>7</sub>直接相连，8155的片选端和RAM的选择端由8031的高位地址线P<sub>2,7</sub>和P<sub>2,0</sub>控制。

由于采用脉冲方波进行加热和检测，因而在热电势信号的前后沿存在较大的测量误差，只有在其中间部分热电势才是平稳的，当SL-64的两个反向输出信号在时间上有一定间隔时就能保证提取到平稳的热电势信号。

## 2 实验结果

选用氯化钙材料进行测试精度分析实验。测试温度从70℃开始,每隔50℃进行一次热电势测试,每一个温度值测量15次,每次时间间隔5 s,取15次的平均值作为该温度下的热电势测试值。测试时采用的热电偶为铂铑<sub>30</sub>-铂铑<sub>6</sub>,实验数据如表1所示。

从表1可知,当温度在700~1 400℃之间时本装置的测试误差低于0.3%,在1 000℃~1 150℃之间时测试误差低于0.08%,这是由于设计时线性校正电路的校正温度定为1 000℃所致。

表1 温度-热电势值

温度/(℃)	热电势测试值/mV	热电势分度值/mV	相对误差/(%)
700	2.424	2.430	0.27
750	2.776	2.782	0.22
800	3.147	3.154	0.22
850	3.540	3.546	0.17
900	3.950	3.957	0.18
950	4.380	4.386	0.13
1 000	4.818	4.823	0.10
1 050	5.293	5.297	0.08
1 100	5.778	5.777	0.02
1 150	6.278	6.273	0.08
1 200	6.787	6.783	0.06
1 250	7.313	7.308	0.07
1 300	7.854	7.845	0.11
1 350	8.413	8.393	0.23
1 400	8.966	8.952	0.16

## 参 考 文 献

- 1 罗四维. 传感器应用电路详解. 北京: 电子工业出版社, 1993
- 2 Byjiax B M. 兼作热电偶的电阻加热器. 国外计量, 1984,1: 41
- 3 Yun Xiaodong, Liu Houming. An improved algorithm of multitargets with multisensors. Journal of University of Electronic Science and Technology of China, 1994, 23(3): 225~231[尹晓东, 刘后铭. 改进的多目标多传感器数据融合相关算法. 电子科技大学学报, 1994, 23(3): 225~231]
- 4 Yin Shunqing. A new type switching power supply with a multi-channel voltage stabilizer. Journal of University of Electronic Science and Technology of China. 1995, 24(Suppl): 279~283[殷舜卿. 一种新型的多路稳压的开关电源. 电子科技大学学报, 1995, 24(增刊): 279~283]

## Study of Hot-wire Detecting Instrument

Cao Jiayi

(Dept. of Electronic Eng., Sichuan Institute of Light Industry & Chemical Technology Sichuan Zigong 643033)

Chen Zhongzhe

(Dept. of Electromechanical Eng., UEST of China Chengdu 610054)

**Abstract** A temperature detect scheme of hot-wire method with electronic switching is given in this paper. The change of heating state and sensing state for thermocouple is completed successfully. The comparator controlling circuit and detecting circuit are analyzed. The inline error decreases with linear alignment circuit. A mesentery system composed of an 8031 single-chip is established. The methods which stabilize the switching voltage are used in order to increase the measurement accuracy. Besides, sample hold circuit and digital display circuit are used in the scheme. The feasibility of the detecting instrument is also proved with experiments.

**Key words** hot-wire detection; melting point; detect; electronic switch